

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Прикладная математика и информатика»

Утверждено на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»
24 января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 М.В. Грязев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине (модулю)
«Динамические модели экономики»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
01.04.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)
Перспективные методы искусственного интеллекта
в сетях передачи и обработки данных

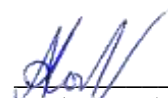
Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010402-01-22

Тула 2022 год

Разработчик методических указаний

Кочетыгов А.А., профессор каф. ПМиИ, к.т.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Лабораторные работы дисциплины «Динамические модели экономики» занимают значительную долю в изучении этого предмета является. Лабораторные работы позволяют практически овладеть методологией экономико–математического моделирования и наиболее типичными методами и моделями при решении задач управления организационными системами, экономическими объектами, проведении научных исследований.

Решение типовых задач курса базируется на учебных пособиях:

1. Кочетыгов, А.А. Математические модели в экономике: учеб. пособие / А.А. Кочетыгов; ТулГУ. – Тула: Изд–во ТулГУ, 2017. – 335 с.
2. Кочетыгов, А.А. Моделирование экономических систем: учеб. пособие / А.А. Кочетыгов; ТулГУ. – Тула: Изд–во ТулГУ, 2012. – 292 с.
3. Кочетыгов А.А. Математическая статистика. Решение задач с использованием пакета SPSS: Учеб. пособие/Тула: Изд–во ТулГУ, 2011. 156 с.
4. Кочетыгов А.А. Математическая статистка. Учеб. пособие. Тула: ТулГУ, 2017. – 335 с.
5. Кочетыгов А.А. Случайные процессы. Учеб. пособие. Тула: ТулГУ, 2020. – 30 с.
6. Кочетыгов А.А., Толоконников Л.А. Основы эконометрики. Учеб. пособие. – М: ИКЦ «Март», Ростов н/д: Издательский центр «Март». 2007. – 344 с.

В эти пособиях приведены решения практически всех основных изучаемых вопросов. В конце каждой главы предлагаются индивидуальные задачи для каждого студента.

Дополнительно в качестве самостоятельных (аттестационных) предлагаются типовые задания с индивидуальными исходными данными.

Необходимо квалифицированно отвечать на контрольные вопросы по каждой работе.

Возможны следующие задания (лабораторные работы) по курсу.

Задание 3.1. Построить модель Вальраса, определить количество сделок при которых торговые операции становятся убыточными.

Заданы параметры функции спроса D и функции предложения S , начальная цена P_0 (табл.3.1).

Варианты заданий приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Варианты заданий

№ варианта	Параметры функций				
	спроса D		предложения S		Цена P_0
	a	A	b	B	
1	42	1,8	3	1,5	2
2	16	0,9	4	0,7	4
3	32	2,6	2	1,2	5
4	40	1,3	8	1,5	8

5	38	0,8	3	0,6	3
6	44	1,8	4	1,4	10
7	36	1,7	6	1,2	4
8	40	0,8	2	0,4	6
9	35	1,7	4	1,2	3
10	33	1,4	2	1,1	5
11	43	1,9	4	1,6	3
12	35	0,5	3	0,2	3
13	34	1,6	4	1,4	7
14	38	1,1	7	1,3	7
15	40	1,2	5	1,1	5
16	42	1,5	2	1,1	8
17	37	1,8	7	1,5	5
18	41	1,1	3	0,8	7
19	37	1,9	6	1,7	5
20	34	1,6	3	1,5	6
21	40	1,4	2	0,9	2
22	36	1,5	4	1,2	4
23	32	1,3	2	1,1	5
24	37	0,7	6	0,9	6

Задание 3.2. Дана модель Солоу с производственной функцией

$$Y = K^b (E \cdot L)^{1-b},$$

где Y – выпуск, K – капитал, E – эффективность труда, L – труд, b – параметр модели.

Доля дохода капитала в общем доходе составляет b , темп прироста численности населения равен $n\%$ в год, темп прироста параметра эффективности труда составляет $g\%$ в год, а норма амортизации составляет $\delta\%$ в год (табл. 3.2).

1. Определить норму сбережения, потребление на единицу эффективного труда и капиталовооружённость эффективного труда, соответствующие «золотому правилу».

2. Считаем, что экономика изначально находится на траектории сбалансированного роста, затем норма сбережений изменилась до значения $\alpha_H\%$. Определить потребление на единицу эффективного труда до увеличения нормы сбережений, сразу после увеличения нормы сбережений и в долгосрочном периоде.

Таблица 3.2

Исходные данные для анализа модели Солоу

№ ва-ри-анта	Параметр модели b	Темп прироста численности населения $n\%$	Темп прироста эффективности труда $g\%$	Норма амортизации $\delta\%$	Новая норма сбережений $\alpha_H\%$
1	0,35	1,5	3,6	4,8	20
2	0,32	1,3	2,8	6,5	34
3	0,36	2,4	2,1	3,4	21
4	0,41	1,6	1,6	2,8	24
5	0,42	2,4	2,8	4,7	34
6	0,26	0,8	2,4	2,9	38
7	0,35	1,3	1,6	4,6	28
8	0,41	1,4	2,8	2,8	34
9	0,36	1,7	2,1	7,1	41
10	0,23	2,4	1,9	4,6	24
11	0,42	1,6	2,8	2,8	34
12	0,26	2,8	2,4	2,7	25
13	0,29	1,5	2,6	4,8	26
14	0,35	1,3	2,8	2,5	34
15	0,41	2,4	2,1	3,4	41
16	0,36	1,6	3,3	2,8	24
17	0,40	2,4	2,8	5,7	34
18	0,42	2,8	2,4	2,9	38
19	0,26	1,3	1,6	5,6	40
20	0,35	1,4	2,8	2,8	34
21	0,46	1,7	2,1	6,1	41
22	0,36	2,4	1,6	4,6	24
23	0,43	1,6	2,8	2,8	34
24	0,42	2,8	2,4	4,7	25
25	0,26	1,5	3,1	4,8	18

Задание 4.1. Имеется временной ряд y_t .

Построить мультипликативную и аддитивную модели этого ряда.

Сравнить качество этих моделей.

Сделать прогноз ряда на два ближайших временных такта.

Проанализировать полученные результаты.

Дать физическую интерпретацию всех полученных расчетных параметров модели.

Ниже приведены варианты **временных рядов**.

1. Объем поквартального кредитования коммерческим банком сельскохо-

зяйственных предприятий области (тыс. руб.): 12.6; 24.1; 40.4; 12.8; 13.7; 24.7; 42.7; 12.6; 13.4; 25.2; 50.1; 15.2; 14.4; 27.3; 53.6; 15.7; 15.9; 29.4; 58.8; 16.4.

2. Количество оформленных сделок фирмы по дням (ед.): 28, 22, 20, 24, 27, 29, 27, 25, 30, 32, 33, 27, 26, 28, 32, 34, 29, 30, 33, 35, 36, 31, 30, 37, 38.

3. Прибыль фирмы (тыс. руб./мес.): 8.3; 8.7; 10.3; 10.7; 9.9; 8.6; 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.7.

4. Месячная рентабельность собственных средств предприятия (%): 8.6; 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.7.

5. Возврат кредитов банка, выданных на жилищное строительство, по кварталам (тыс. руб.): 15.1; 18.8; 19.6; 16.0; 16.3; 18.94 20.5; 17.0; 16.0; 17.1; 19.8; 20.6; 18.0; 19.8; 19.6; 21.0; 19.5.

6. Валовые издержки предприятия (тыс. руб./мес.): 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.0; 11.8; 12.1; 12.3; 10.9; 10.3;

7. Месячная прибыль фирмы (тыс. руб.): 3.0; 3.8; 3.1; 3.2; 3.4; 4.7; 4.2; 4.9; 5.0; 5.7; 5.2; 5.1.

8. Месячная рентабельность предприятия (%): 19.7; 20.4; 22.8; 20.7; 21.2; 22.3; 23.4; 20.3; 20.7; 22.1; 22.7; 21.1; 21.2; 23.7; 24.2; 21.4; 21.6; 25.4; 26.5; 22.7.

9. Валовая продукция цеха (тыс. р./мес.): 160, 172, 178, 173, 170, 165, 169, 173, 175, 174, 171, 168, 170, 178, 182, 175, 172.

10. Количество опозданий работников цеха за отчетные месяцы: 18, 17, 16, 15, 16, 14, 13, 12, 14, 13, 10, 10, 11, 10, 9, 8.

11. Количество бракованных деталей за смену: 55, 51, 50, 57, 54, 53, 59, 56, 54, 60, 58, 55.

12. Дневной товарооборот фирмы (тыс. руб.): 60.9; 60.8; 60.6; 60.4; 61.5; 65.6; 64.7; 63.8; 62.4; 67.0; 70.8; 68.7; 67.9; 65.2; 71.1.

13. Запасы продукции на складе по кварталам (тыс. руб.): 10.8; 10.4; 10.3; 10.1; 11.3; 10.7; 10.5; 10.4; 12.3; 12.0; 11.4; 11.0; 13.3; 12.7; 12.0; 11.9.

14. Коэффициент ритмичности работы цеха по сменам: 0.62; 0.61; 0.60; 0.63; 0.62; 0.61; 0.65; 0.64; 0.62; 0.67; 0.66; 0.65; 0.71; 0.70; 0.68.

15. Себестоимость добычи одной тонны руды по месяцам (долл.): 10.5; 10.2; 10.7; 10.4; 10.3; 10.7; 10.6; 10.2; 10.3; 10.5; 10.4; 10.7; 10.4; 10.5; 10.6; 10.4; 10.1; 10.3.

16. Количество заказов на компьютеры (шт./день): 3, 5, 6, 7, 6, 4, 6, 9, 10, 7, 5, 10, 11, 12, 9.

17. Месячное потребление электроэнергии (квт.ч): 171, 183, 189, 185, 183, 177, 179, 188, 198, 189, 187, 179, 180, 192, 199, 186, 184, 180.

18. Месячный процент премии на предприятии (%): 15, 16, 18, 20, 17, 18, 20, 22, 19, 21, 23, 25, 20, 26, 28, 29.

19. Средняя выработка на одного рабочего в фирме по декадам (тыс. р.): 73, 75, 76, 76, 74, 73, 74, 78, 79, 77, 76, 75, 77, 80, 82, 83, 80, 79.

20. Недельная выручка от реализации продукции (тыс. руб.): 57, 59, 60, 58, 60, 63, 64, 62, 66, 67, 69, 68, 67, 68, 71, 69.

21. Объем поквартального кредитования банком строительных предприя-

тий области (тыс. руб.): 13.7; 24.7; 42.7; 12.6; 13.4; 25.2; 50.1; 15.2; 14.4; 27.3; 53.6; 15.7; 15.9; 29.4; 58.8; 16.4.

22. Количество оформленных сделок фирмы по дням (ед.): 29, 27, 25, 30, 32, 33, 27, 26, 28, 32, 34, 29, 30, 33, 35, 36, 31, 30, 37, 38.

23. Прибыль фирмы (тыс. руб./мес.): 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.7.

24. Квартальная рентабельность собственных средств предприятия (%): 8.4; 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.7.

25. Выпуск изделий по месяцам (шт.): 128, 130, 132, 131, 130, 129, 129, 132, 133, 132, 131, 132, 135, 136, 135, 133.

26. Месячный расход материалов на складе (тыс. руб.): 8.5; 8.9; 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.0; 9.8.

27. Выпуск изделий по месяцам (шт.): 28, 30, 32, 31, 30, 29, 29, 32, 33, 32, 31, 32, 35, 36, 35, 33.

28. Объем реализации продукции (тыс. руб./мес.): 9.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.7.

29. Объем продаж фирмы (тыс. руб./мес.): 7.9; 8.1; 10.9; 10.8; 10.2; 8.9; 9.4; 9.7; 11.2; 11.0; 9.4; 9.3; 10.2; 10.1; 11.1; 12.2; 10.4; 9.6.

30. Себестоимость производства кубометра пиломатериалов по месяцам (долл.): 10.6; 10.1; 10.7; 10.4; 10.3; 10.7; 10.6; 10.2; 10.3; 10.5; 10.4; 10.7; 10.4; 10.5; 10.6; 10.4; 10.8; 10.3.

Задание 5.1. Фирма выпустила на рынок три конкурирующих (взаимозаменяемых) изделия. С целью определения спроса на эти изделия произведён опрос покупателей. Оказалось, что из n человек N_1 покупает первое изделие, N_2 – второе, N_3 – третье ($n = N_1 + N_2 + N_3$).

Повторный опрос этих же покупателей через неделю показал, что из N_1 человек, покупавших первое изделие M_1 продолжают его покупать, M_2 стали покупать второе изделие, остальные – третье.

Из N_2 человек, покупавших второе изделие, продолжают его покупать K_2 человек, K_1 стали покупать первое изделие, остальные – третье.

Из N_3 человек, покупавших третье изделие, L_3 человек продолжают его покупать, L_1 и L_2 – стали покупать соответственно первое и второе (табл. 5.15). Определить, какое изделие будет пользоваться наибольшим спросом: 1) через неделю; 2) через две недели; 3) через год.

Варианты значений параметров задачи приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Варианты значений параметров

№ вар.	N_1	N_2	N_3	M_1	M_2	K_1	K_2	L_1	L_2
1	80	8	12	65	8	5	2	6	4
2	60	10	15	35	25	4	5	5	8
3	50	40	10	20	30	10	15	4	5
4	40	70	90	10	30	15	45	40	20
5	30	80	190	10	15	30	40	10	15
6	50	20	30	20	25	8	10	4	6
7	60	30	110	50	6	8	15	20	30
8	70	20	60	35	15	4	13	15	25
9	80	45	180	70	4	16	20	40	60
10	90	20	60	80	6	7	11	10	20
11	120	100	40	70	30	15	80	15	5
12	150	50	20	100	35	3	40	7	8
13	130	70	100	90	25	7	60	15	40
14	140	85	75	75	45	10	70	20	30
15	160	40	100	105	35	8	30	35	5
16	170	200	130	100	40	40	150	30	40
17	180	400	120	95	45	80	230	25	60
18	200	40	160	110	60	4	32	65	70
19	80	70	50	30	20	40	25	14	16
20	30	40	130	25	2	10	20	20	100
21	35	80	15	30	3	16	50	4	9
22	70	50	80	40	10	10	32	20	50
23	150	40	70	105	25	14	20	40	20
24	40	200	160	25	5	40	120	40	100
25	170	150	180	140	10	110	32	20	50
26	72	20	60	35	15	4	13	15	25
27	80	47	180	70	4	16	20	40	60

Задание 5.2. По имеющемуся тренд–сезонному временному ряду x_t ($t = \overline{1, n}$) получить прогнозную мультипликативную модель Хольта–Уинтерса и выполнить прогноз ряда на один временной шаг. Необходимо:

1. Методом наименьших квадратов или графически по первым L значениям временного ряда оценить начальные значения параметров $\hat{a}_{1,0}$, $\hat{a}_{2,0}$.

2. Начальное значение коэффициентов сезонности получить делением первых L фактических значений ряда x_t на их оценки, вычисленные по линейной модели $\hat{x}_t = \hat{a}_{1,0} + \hat{a}_{2,0}t$; ($t = \overline{1, L}$).

3. Параметры сглаживания принять равными: $\alpha_1 = 0,3$; $\alpha_2 = 0,2$; $\alpha_3 = 0,4$.

4. По формулам мультипликативной модели Хольта–Уинтерса произвести расчёт параметров и значений показателя x_t ($t = \overline{1, n}$), начиная с x_1 .

5. Составить таблицу и графики динамики изменения параметров:

$$t, \hat{x}_t, \hat{a}_{1,t}, \hat{a}_{2,t}, x_t, \hat{f}_t, \varepsilon_t = x_t - \hat{x}_t, \varepsilon_t^{отн} = \frac{|\varepsilon_t|}{|x_t|}, t = \overline{1, n}.$$

6. Вычислить ошибки расчётов: среднюю арифметическую, среднюю квадратическую, среднюю по модулю.

7. Сделать прогноз ряда на один шаг вперёд; т.е. получить значение x_{n+1} .

8. Составить ретропрогноз на последний цикл ряда.

9. Исследовать адекватность полученной модели.

10. Исходным данным дать физическое толкование и проанализировать полученные результаты.

Ниже приведены **варианты** значений экономических рядов.

Вариант № 1: 12,6; 24,1; 40,4; 12,8; 13,7; 24,7; 42,7; 12,6; 13,4; 25,2; 50,1; 15,2; 14,4; 27,3; 53,6; 15,7; 15,9; 29,4; 58,8; 16,4.

Вариант № 2: 28; 22; 20; 24; 27; 29; 27; 25; 30; 32; 33; 27; 26; 28; 32; 34; 29; 30; 33; 35; 36; 31; 30; 37; 38.

Вариант № 3: 8,3; 8,7; 10,3; 10,7; 9,9; 8,6; 8,9; 9,1; 10,9; 10,8; 10,2; 8,9; 9,4; 9,7; 11,2; 11; 9,4; 9,3; 10,2; 10,1; 11,1; 12,2; 10,4; 9,7.

Вариант № 4: 10,7; 9,9; 8,6; 8,9; 9,1; 10,9; 10,8; 10,2; 8,9; 9,4; 9,7; 11,2; 11; 9,4; 9,3; 10,2; 10,1; 11,1; 12,2; 10,4; 9,7.

Вариант № 5: 62,03; 69,9; 78,11; 89,14; 99,29; 111,06; 114,89; 130,13; 144,04; 166,13; 176,97; 185,06; 195,42; 202,34; 207,92; 214,57; 242,96.

Вариант № 6: 7,9; 9,2; 10,2; 10,8; 9,9; 8,8; 8,3; 8,7; 10,3; 10,7; 9,9; 8,6; 8,9; 9,1; 10,9; 10,8; 10,2; 8,9; 9,4; 9,7; 11,2.

Вариант № 7: 3; 3,8; 3,1; 3,2; 3,4; 4,7; 4,2; 4,9; 5; 5,7; 5,2; 5,1.

Вариант № 8: 19,7; 20,4; 22,8; 20,7; 21,2; 22,3; 23,4; 20,3; 20,7; 22,1; 22,7; 21,1; 21,2; 23,7; 24,2; 21,4; 21,6; 25,4; 26,5; 22,7.

Вариант № 9: 160; 130; 159; 165; 156; 141; 157; 172; 157; 145; 163; 177; 163; 150; 160; 180; 159.

Вариант № 10: 18; 17; 16; 15; 16; 14; 13; 12; 14; 13; 10; 10; 11; 10; 9; 8.

Вариант № 11: 55; 51; 50; 57; 54; 53; 59; 56; 54; 60; 58; 55.

Вариант № 12: 60,9; 60,8; 60,6; 60,4; 61,5; 65,6; 64,7; 63,8; 62,4; 67; 70,8; 68,7; 67,9; 65,2; 71,1; 74,6; 72,1; 69,4; 69,5; 72,5; 77,5; 72,8.

Вариант № 13: 10,8; 10,4; 10,3; 10,1; 11,3; 10,7; 10,5; 10,4; 12,3; 12; 11,4; 11; 13,3; 12,7; 12; 11,9.

Вариант № 14: 0,62; 0,61; 0,6; 0,63; 0,62; 0,61; 0,65; 0,64; 0,62; 0,67; 0,66; 0,65; 0,71; 0,7; 0,68.

Вариант № 15: 37,5; 37,1; 86,9; 101,5; 35,7; 47,1; 99,2; 102; 39; 35,5; 99,2; 90,5; 46,1; 45,4; 92; 92,7.

Вариант № 16: 3; 5; 6; 7; 6; 4; 6; 9; 10; 7; 5; 10; 11; 12; 9; 7; 10; 14; 12; 10; 11; 15; 13.

Вариант № 17: 8,4; 8,6; 8,8; 9,5; 8,5; 9,1; 9,2; 9,9; 9,7; 9,9; 10,1; 10,8; 10,5; 10,7; 12,2; 11,9; 12,3; 12,5; 13,2.

Вариант № 18: 15; 16; 18; 20; 17; 18; 20; 22; 19; 21; 23; 25; 20; 26; 28; 29.

Вариант № 19: 73; 75; 76; 76; 74; 73; 74; 78; 79; 77; 76; 75; 77; 80; 82; 83; 80; 79; 81; 85; 83; 81; 84.

Вариант № 20: 57; 59; 60; 58; 60; 63; 64; 62; 66; 67; 69; 68; 67; 68; 71; 69.

Вариант № 21: 13,7; 24,7; 42,7; 12,6; 13,4; 25,2; 50,1; 15,2; 14,4; 27,3; 53,6; 15,7; 15,9; 29,4; 58,8; 16,4.

Вариант № 22: 29; 27; 25; 30; 32; 33; 27; 26; 28; 32; 34; 29; 30; 33; 35; 36; 31; 30; 37; 38.

Вариант № 23: 8,3; 8,7; 10,3; 10,7; 9,9; 8,6; 8,9; 9,1; 10,9; 10,8; 10,2; 8,9; 10,2; 10,1; 11,1; 12,2; 10,4; 9,7; 9,2; 9,6; 10,8; 11,4.

Вариант № 24: 8,3; 8,7; 10,3; 10,7; 9,9; 8,6; 9,4; 9,7; 11,2; 11; 9,4; 9,3; 10,2; 10,1; 11,1; 12,2; 10,4; 9,7; 9,2; 9,6; 10,8; 11,4.

Вариант № 25: 128; 130; 132; 131; 130; 129; 129; 132; 133; 132; 131; 132; 135; 136; 135; 133; 132; 135; 137; 136; 133.

Вариант № 26: 8,9; 9,1; 10,9; 10,8; 10,2; 8,9; 9,4; 9,7; 11,2; 11; 9,4; 9,3; 10,2; 10,1; 11,1; 12,2; 10,4; 9,7; 9,2; 9,6; 10,8; 11,4.

Задание 5.3. По имеющемуся тренд–сезонному временному ряду x_t ($t = \overline{1, n}$) получить прогнозную аддитивную и мультипликативную модели ряда и выполнить прогноз этого ряда на два временных шага. Необходимо:

1. Определить значение периода L по максимальное значение автокорреляционной функции ряда.
2. Определить значения коэффициентов сезонности.
3. Определить коэффициенты линейного тренда.
4. Выполнить прогноз этого ряда на два временных шага.
5. Оценить качество модели: вычислить коэффициент детерминации и среднюю ошибку прогноза. Исследовать адекватность полученной модели.
6. Исходным данным дать физическое толкование (интерпретацию) и проанализировать полученные результаты.

Исходные данные взять из задания 5.2.

Задание 5.4. По имеющимся данным (табл.5.4) получить уравнение множественной линейной регрессии

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$$

и проанализировать качество полученной модели.

При выполнении данного задания целесообразно использовать какой–либо статистический пакет по обработке данных.

Варианты заданий приведены в табл.5.4.

Таблица 5.4

Варианты задания для многомерного регрессионного анализа

№ вар.		Значения показателей											
1	X_1	3,1	3,4	2,8	2,9	3	2,7	3,2	3,1	3,5	4	2,6	3,4
	X_2	15	12	13	11	18	20	18	20	14	13	10	12
	X_3	0,6	0,4	0,6	0,5	0,8	1	1,3	0,9	0,4	0,3	0,6	0,8
	Y	13,5	16,2	14,6	15,9	13	11,5	18,4	11,3	14,1	16,8	16	20
2	X_1	3	3,5	4,6	3,2	4,3	3,4	3,9	3,1	3,5	4,7	4,1	3,3
	X_2	0,1	0,3	0,8	0,2	0,1	0,3	0,5	0,3	0,1	0,9	0,6	0,7
	X_3	1,5	1,3	1,8	1,3	1,7	1,5	1,1	1,4	1,9	1,4	1,2	1,7
	Y	1,5	4,3	10,1	3,1	5,4	4,2	7,1	3,2	2,2	11,9	8,3	5,2
3	X_1	1,4	1,7	1,3	1,4	1,3	1,1	1,7	1,2	1,6	1,4	1,2	1,5
	X_2	16	9	16	8	10	15	8	16	11	15	8	12
	X_3	0,3	0,8	0,2	0,1	0,3	0,5	0,3	0,7	0,4	0,7	0,9	0,6
	Y	10,1	5,8	9,3	1,3	3,4	9,1	2,6	11,2	5,9	10,1	4,2	7,3
4	X_1	23	32	26	29	20	29	23	26	34	24	36	29
	X_2	8	6	5	9	5	8	6	5	9	6	5	7
	X_3	38	34	41	44	37	43	36	39	45	37	41	37
	Y	114	91	136	128	133	124	118	129	117	125	119	107
5	X_1	91	122	110	93	125	109	113	95	120	97	121	103
	X_2	438	422	423	424	410	439	413	430	432	419	437	420
	X_3	204	219	231	206	222	218	207	223	233	211	216	228
	Y	960	841	621	854	740	901	888	691	666	777	987	604
6	X_1	16	18	20	17	18	16	19	20	18	21	19	16
	X_2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,8	0,6	0,1	0,9	0,4	0,3	0,6	0,8
	X_3	9,4	8,8	9,3	8,3	9,2	8,9	8,5	9,4	9,5	8,6	8,9	9
	Y	0,2	3,5	5,1	3,8	4	2	4,1	5,7	2,2	6,2	5,3	2,4
7	X_1	0,79	0,86	0,94	0,85	0,95	0,81	0,88	0,91	0,83	0,96	0,84	0,89
	X_2	3,03	3,22	3,33	3,05	3,07	3,19	3,34	3,09	3,41	3,12	3,15	3,37
	X_3	1,19	0,99	1,26	0,97	1,36	1,41	1,04	1,43	1,39	1,29	1,07	1,14
	Y	1,69	3,05	2,34	2,77	1,55	1,18	3,15	1,18	1,75	1,96	2,54	2,84
8	X_1	3,3	3,1	2,8	2,9	3	2,7	3,6	3,1	3,5	4	2,6	3,4
	X_2	8,8	9,5	8,5	8,9	8,6	8,1	9,5	9,1	8,3	8,7	8,9	8,3
	X_3	3,8	3,1	4	3,7	3,4	3,9	3,5	3,2	3,8	4	3,9	3,3
	Y	9,3	14	5,5	8,3	10	4,7	14	13,2	9	10,4	5,9	12,3
9	X_1	3,5	3,2	3,1	3,5	4	2,6	3,4	2,9	3,7	3,3	2,6	3,4
	X_2	14	13	10	12	13	16	17	20	14	13	19	12

	X_3	0,9	0,6	0,7	0,5	0,8	1	1,3	0,9	0,9	1	1,2	0,8
	Y	19,9	15	19,3	17,1	21	14	20,6	10,5	20,5	20,7	13	19,8
10	X_1	0,59	0,71	0,79	0,61	0,69	0,76	0,57	0,65	0,77	0,62	0,78	0,67
	X_2	0,03	0,15	0,13	0,21	0,06	0,16	0,07	0,13	0,18	0,08	0,23	0,09
	X_3	1,28	1,22	1,29	1,26	1,01	1,27	1,32	1,03	1,33	1,09	1,17	1,19
	Y	26,1	28,8	30,1	28,7	23,8	29,7	27,4	24,8	30,7	24,3	29,6	26,1
11	X_1	1,2	1,6	1,4	1,9	1,5	1,8	1,2	1,3	1,7	1,4	1,2	1,5
	X_2	15	8	16	11	15	8	12	13	13	14	8	12
	X_3	0,7	0,4	0,7	0,9	0,6	0,7	0,9	0,1	0,4	0,7	0,9	0,6
	Y	10,4	2,9	11,4	8,5	10	4,4	8	6,3	8,1	9,3	4	7,4
12	X_1	3,5	3,7	3,2	3,1	3,9	3,7	3,8	3,1	3,4	3,9	3,1	3,6
	X_2	0,3	0,1	0,5	0,6	0,7	0,1	0,4	0,7	0,2	0,4	0,3	0,7
	X_3	1,4	1,1	1,5	1,1	1,7	1,2	1,2	1,3	1,9	1,8	1,6	1,3
	Y	5,7	4,3	6,8	5,9	8,5	4,7	6,2	6,8	7	7,9	6	7,3
13	X_1	20	32	26	35	20	30	23	27	37	24	39	29
	X_2	15	14	18	16	11	15	17	12	18	13	19	14
	X_3	35	39	35	45	42	38	34	41	44	37	43	36
	Y	77	78	48	80	125	69	56	89	63	85	49	65
14	X_1	20	28	14	29	16	33	23	30	34	25	32	27
	X_2	41	57	49	42	59	55	44	53	58	47	54	48
	X_3	14	11	19	15	12	16	19	12	17	13	15	18
	Y	87	109	103	117	81	150	127	115	166	100	137	143
15	X_1	12,1	10,4	11,6	12,6	10,6	11,4	11,9	10,9	12,8	12	11	11,3
	X_2	7,4	8,2	9	7,6	8,8	8,3	7,7	9,1	7,8	8,4	8,2	8,8
	X_3	3,1	4,6	4,3	5,3	3,8	5,1	3,9	4,6	4	3,7	4,2	4
	Y	87	82	90	92	84	88	87	87,4	92,4	90	85	87,9
16	X_1	9,7	8,9	9,6	8,1	9,9	9,7	9,2	8,3	9,4	8,4	9,4	8,6
	X_2	13,3	13,6	13,8	14,4	14	14,6	13,9	14,7	14,1	13,4	14,3	13,4
	X_3	22,5	21	22	20	21,5	20,5	23	21,5	20,5	22	20	23,5
	Y	41,6	42,1	40,4	42,3	38,1	36,6	46	46,7	37,6	46,4	37	48
17	X_1	3,4	3,2	3,6	3,9	3,7	3,1	3,9	3,7	3,8	3,1	3,9	3,4
	X_2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,1	0,4	0,7	0,8	0,4	0,2	0,7	0,3
	X_3	1,4	1,1	1,4	1,9	1,4	1,2	1,6	1,3	1,9	1,7	1,9	1,4
	Y	5,7	5,4	7	10	5,3	5,3	8,5	7,8	8	6	9,3	5,5
18	X_1	16	13	10	20	19	14	11	17	15	12	18	13
	X_2	7	11	6	3	5	9	3	8	6	5	4	8
	X_3	3	4	4	2	9	2	1	3	1	7	5	6

	Y	7	8	14	3	20	3	10	5	3	22	15	17
19	X_1	18	9	10	15	17	11	12	7	20	14	8	16
	X_2	63	80	79	64	73	81	70	66	76	68	78	69
	X_3	23	28	15	29	16	33	24	30	34	27	32	29
	Y	150	173	98	183	119	209	147	167	240	172	191	194
20	X_1	3,6	4,6	4,3	5,3	3,8	4,9	3,9	4,6	4,1	3,8	4,5	4
	X_2	7,6	8,2	9	7,9	9,1	8,3	7,7	9,8	7,8	8,9	9	8,8
	X_3	17,5	19,6	19,4	17,6	19,9	18	18,3	18,3	19,4	17,4	18,9	19
	Y	60	68	68,8	68,4	67	68,4	61,9	71,1	64,3	64,1	70	66,1
21	X_1	7,4	8,2	9	7,6	8,8	8,3	7,7	9,1	7,8	8,4	7,9	9,1
	X_2	13,9	14,7	14,1	13,4	14,3	13,4	13,9	14,9	14	13,9	14,6	14,7
	X_3	11	12	17	20	14	8	16	17	15	14	16	19
	Y	18,1	18,9	29	45,4	21,3	4,9	32,5	29,3	29	22,4	33,1	35,2
22	X_1	10,5	9,3	9,7	9,2	10,1	9,4	10,3	9,1	9,4	10,3	9,2	10,2
	X_2	2	2,8	2,6	2,9	2,1	3,1	2,6	2,4	2,7	3,1	2,5	2,7
	X_3	5,1	6,5	5,9	6,3	5,8	6,5	5,4	6,6	6	5,6	6,2	5,7
	Y	29,1	39,6	34,4	35,5	36,6	36,1	28,5	43,1	34,7	27,7	38,3	31
23	X_1	21,3	22,9	22,4	23,1	21,3	22,4	21,4	23,4	22,6	21,5	22,8	20,8
	X_2	32,4	32,8	30,9	33	32,1	31,4	30,1	31,8	30,4	33,2	31,9	30,5
	X_3	10,3	11,9	11,1	11,8	10,1	11,4	11,3	10,8	11,4	10,4	11,7	10,6
	Y	50,3	52,3	45,4	52,9	48,1	50	49,1	41,2	46,6	52,5	49,9	48,1
24	X_1	4,5	4,1	4,6	4,1	4,2	4,6	4,2	4,3	4,8	4,4	4,5	4,5
	X_2	0,3	0,5	0,3	0,7	0,4	0,7	0,9	0,6	0,7	0,9	0,1	0,3
	X_3	1,4	1,1	1,4	1,9	1,4	1,2	1,6	1,3	1,9	1,7	1,9	1,4
	Y	7	6,3	7,1	9,6	6,8	8,2	10	7,6	10,3	10,1	7,6	6,6
25	X_1	64	57	65	51	56	58	63	54	59	67	55	60
	X_2	63	80	79	64	73	81	70	66	76	68	78	69
	X_3	18	9	10	15	17	11	12	7	20	14	8	16
	Y	262	206	233	208	242	222	231	170	272	254	190	245

Задание 6.1.

Подобрать два временных ряда экономических показателей.

Построить модель с распределённым лагом в предположении, что структура лага описывается полиномом второй степени и известна величина максимального лага L . Всем параметрам и расчётным величинам дать экономическую интерпретацию.